



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA**

**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E PRODUÇÃO DE MILHO NO
MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTA ROSA, CURIMATAÚ OCIDENTAL DA
PARAÍBA**

**AREIA - PB
OUTUBRO - 2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA**

**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E PRODUÇÃO DE MILHO NO
MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTA ROSA, CURIMATAÚ OCIDENTAL DA
PARAÍBA**

MACIEL ROCHA DA SILVA

AREIA - PB

OUTUBRO – 2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586v Silva, Maciel Rocha da.

Variabilidade pluviométrica e produção de milho no município de barra de santa rosa, curimataú ocidental da paraíba / Maciel Rocha da Silva. - Areia, 2019.
30 f. : il.

Orientação: Daniel Duarte Pereira.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agricultura familiar. 2. Mudanças climáticas. 3. Zea mays. I. Pereira, Daniel Duarte. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

MACIEL ROCHA DA SILVA

**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E PRODUÇÃO DE MILHO NO
MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTA ROSA, CURIMATAÚ OCIDENTAL DA
PARAÍBA**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para a
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira

AREIA - PB

OUTUBRO - 2019

MACIEL ROCHA DA SILVA

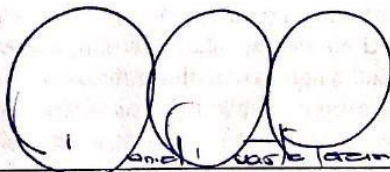
DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 29/10/2019.

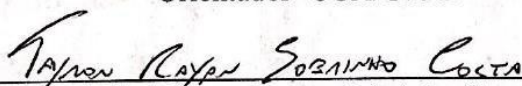
“VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTA ROSA, CURIMATAÚ OCIDENTAL DA PARAÍBA”

Autor: **MACIEL ROCHA DA SILVA**

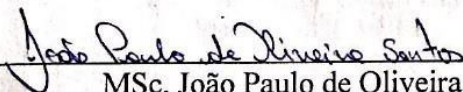
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira
Orientador- CCA/UFPB



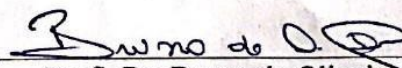
MSc. Tayron Rayan Sobrinho Costa
Examinador



MSc. João Paulo de Oliveira Santos
Examinador



Alaíce Duarte da Silva Oliveira
Secretária da SIAG



Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
Coordenador do Curso

*“Um verdadeiro artista não é aquele que é inspirado, mas aquele que inspira os
outros..”*

Salvador Dalí

DEDICATÓRIA

A Deus,

A meus pais

E a todos aqueles que

de alguma forma

contribuíram para

a minha formação

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Gratidão é reconhecer que a vida é um presente (Autor Desconhecido).

Meu amado Deus, eu sou muito grato por este presente maravilhoso que é a vida! Agradeço também pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho. Algumas delas me inspiram, me ajudam, me desafiam e me encorajam a ser cada dia melhor. Eu te agradeço, Senhor, por todas as coisas boas e más que me aconteceram. Cada uma delas, ao seu modo, me fizeram chegar onde eu cheguei, e me fizeram ser quem eu sou. Foi a minha jornada de tropeços, vitórias e derrotas, que me fez enxergar o verdadeiro significado e beleza da vida.

Agradeço a minha família, especialmente meus pais Manoel (Seu Galã) e Francisca (Dona Tica), nunca esquecerei das ligações que fizeram pra mim, onde a primeira fala era “Quando é que meu filho volta?” palavras tão doídas, mas que ao mesmo tempo me encorajaram e me deram forças para concluir o sonho de me formar Engenheiro Agrônomo. Obrigado por todo amor, carinho, afeto, incentivo e por nunca terem saído do meu lado sempre me apoiando em todas as decisões que eu tomei em minha vida. Obrigado, Sebastião (Tanhão) por ter sido mais que um irmão, um bródi. Agradeço por tudo que tu fez e faz por mim, cinco anos acordando de madrugada pra ir me deixar na rodoviária não é fácil, obrigado por tudo meu nego, você tem sido uma das pessoas mais importantes na minha vida. Gostaria de agradecer também a minha tia Maria de Lourdes (Ném) e minha madrinha Francisca Rocha (Neném), dois passarinhos que Deus colocou em minha vida para me trazer mais alegria com suas histórias e anedotas. Outra pessoa muito especial que esteve sempre ao meu lado nessa minha trajetória foi Dona Elizabeth (Tia Beta), agradeço de coração por toda a ajuda, incentivo, conselhos que me foram dados e por toda culinária que a senhora e (Dona Zefinha) me proporcionaram nos últimos anos. Não posso esquecer de todos os meus amigos da grande São José da Lagoa Tapada, em especial, Diego, Douglas, Matheus, Daniele (Xuxa), Delanio (DD), João Filho (Nego João), Leandro (Buzina), Eduardo (Gordo), Junior, Leandro (Léo de Margarida), Jonas (Vai Lezár) e meus grandes colegas de turma, amigos do peito e companheiros da banda “Garotos do Agito”, Weligton (Welto), José Camelo (Zé Camelo), Jorge e a lenda Luíz.

Gostaria de agradecer a Denis (Denizirrô) e Igor por terem sido essas duas pessoas maravilhosas que entraram na minha vida, Denis só tenho a agradecer por ter feito parte dessa minha trajetória, desde a época que a gente não deixava o povo do cca dormir tocando violão a noite inteira até hoje em dia tocando nos churrascos do prof Jacinto (Jaça) sem falar em todas as viagens/congressos sempre mitando e trazendo alegria para todos ao seu redor. Igor Revelles meu parceiro, colega, amigo e tudo mais que se pode chamar, te agradeço demais por sempre estar ao meu lado nesses cinco anos de curso, ou na verdade quase seis anos, lembro como se fosse hoje, recebi um convite no facebook de um cearense dizendo que ia estudar comigo em Areia, falava umas dez palavras e nove delas era “mah”, agradeço por ter sido além de meu melhor amigo, o parceiro dos treinos mais cabulosos/insanos em busca do shape inexplicável. Denis e Igor juntamente com Victor (Bigdae) fizemos elevar o patamar de apresentação de seminários na universidade, agradeço de coração.

Agradeço a Ewerton, primeiro amigo que fiz em Areia, já me deixou encantado pela cidade antes mesmo de vir pra cá, sempre falando do famoso “Brega Areia” que tive a oportunidade de ir no seu último ano, obrigado por ter sido essa pessoa maravilhosa na minha vida, sempre me ajudando em tudo que eu precisava, tu ahaza demais meeeesmoos!SOS.

Um obrigado mais que especial para toda a turma do 2014.2 (Não citarei nomes porque cada um foi e sempre será muito especial na minha vida), amo todos vocês desde a primeira aula (Física Geral) até a nossa última aula juntos (Prova de Aves), obrigado por todas as alegrias e risadas proporcionadas em todas as aulas, viagens, e até mesmo em dia de prova.

Agradeço a todos os meus colegas de quarto, desde o b5 com as lendas, Gilmar, Arliston, Alex, Lemerson, Flaviano, Antônio (Pipoca), Tayron (Gordinho), até o b6 com as grandes mulas, Erasmo (Fechoso) e Paulo (Paulinho God RX) que também foi meu parceiro de dupla sertaneja “Manzique e Pauliano” e participante em algumas séries da netflix, como o grande sucesso “Construindo um sonho” e “The Good Doctor” não posso esquecer também dos agregados (miúdos e graúdos) que fizeram parte de ambos os quartos, Matheus (Sr Kaioh), Jardel (Jardel de Peroba), Expedito (Karkkara), Livia (Arya Stark), Francisco Jeanes (Chico), Rafael (Rafote),

Amanda (Amandinho), Hiago (Muquém), Raiff (Doug Boladão), Fernando (Fê Ruína), Josenildo (Nil Brocha), Paulo Cartaxo (Primo), Izaías (Grande Iza), Daniel (Danaê), Antônio Marcos (Marquin), Vaneilson (Exu Caveira), Vinicius (Bahia), Eduardo (Dudu), João (João X), Jordy (Grande Mula), aos parceiros de rolê, Jéssica (Galega), Edmilson (Ed) e Lucas. A todas as crushs que um dia visitaram ambos os quartos rs. E um agradecimento especial aos amigos mais vida loka que fiz em Areia City, diretamente da quebrada do Miltinho/Saulinho, Arthur (Tutu Love) e Camila (Montenegro) adoro vocês S2.

Um agradecimento enorme a grande lenda, João Paulo (John Paul) um amigo que me recebeu e me acolheu no CCA, arrumando até mesmo um quarto para que eu ficasse (não foi um dos melhores, mas agradeço mesmo assim), e também participou de forma essencial na minha formação, nunca negando uma ajuda com seus sábios conselhos, edição e publicação de trabalhos, muitos documentos nas seleções de mestrado e ainda fazendo papel de “Banco do Brasil” algumas vezes, meu muito obrigado, John.

Agradeço ao Prof Jacinto por ter me acolhido no grupo PET AgroBio e a todos os meus colegas do grupo, desde os mais antigos, David, Uanderson, Marcelino e Franscisco Jeanes, até os atuais João Vitor, Paulo Cartaxo, Izaías, Denis, Walber (Flau), Daniele, Letícia, Taynne e Heloísa. Que um dia a gente possa se encontrar novamente para conversar, tomar aquela petra e degustar aquele delicioso pão de alho.

A meu orientador Prof. Daniel Duarte, por sua generosidade em me aceitar como orientando, e por ser um exemplo de profissional e acima de tudo um exemplo de ser humano, que nos faz acreditar em um mundo mais humano e melhor para as gerações futuras.

Obrigado a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	13
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1. Secas e Agricultura no Semiárido do Brasil	17
3.2. Milho.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Barra de Santa Rosa, Paraíba.	19
Figura 2. Matriz de Correlação entre as Variáveis Analisadas.....	23
Figura 3. Análise de Componentes Principais (ACP).....	24
Figura 4. Análise de Agrupamento Hierárquico entre os anos monitorados quanto as variáveis analisadas.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação pluviométrica e variáveis de produção de milho no município de Barra de Santa Rosa – PB, durante o período de 2002 a 2016.....	21
--	----

SILVA, Maciel Rocha da. **Variabilidade pluviométrica e produção de milho no município de Barra de Santa Rosa, Curimataú ocidental da Paraíba.** Areia – PB, 2019. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

O milho é uma das culturas mais cultivadas do Semiárido no Brasil, no entanto, sua produção é ainda pouco tecnificada, o que leva essa cultura a ser extremamente dependente de fatores ambientais. Nesse sentido, o presente estudo objetivou analisar a evolução da produção de milho no município de Barra de Santa Rosa, Paraíba, entre os anos de 2002 e 2016, associando-se os resultados obtidos com a precipitação pluviométrica local. Para tanto, visando analisar a influência da precipitação sobre as variáveis de produção da cultura do milho, assim como a relação entre essas variáveis, foi utilizada uma matriz de correlação. Foi também realizada análise de similaridade entre as variáveis obtidas para os anos avaliados e uma análise descritiva de componentes principais. Os resultados evidenciaram correlação positiva da precipitação pluviométrica sobre todas as variáveis analisadas, principalmente para a área plantada e área colhida. Mesmo em anos com precipitação normal ou acima da média climatológica, a produção total de milho se mostrou baixa. A análise de componentes principais registrou 84,67% de explicação da variância original nos dois primeiros eixos e demonstrou a forte associação entre área plantada, colhida e produção. A análise de agrupamento hierárquico gerou a formação de quatro grupos principais, sendo estes associados principalmente aos resultados produtivos da cultura do milho. A precipitação pluviométrica se mostrou como um fator extremamente importante na dinâmica de produção de milho no município de Barra de Santa Rosa, influenciando principalmente na área plantada e colhida.

Palavras-chaves: Agricultura familiar; mudanças climáticas; *Zea mays* L.

SILVA, Maciel Rocha da. **Rainfall variability and corn yield in the municipality of Barra de Santa Rosa, Western Curimataú of Paraíba.** Areia – PB, 2019. 30 p. Course Completion Work (Graduation in Agronomic Engineering) - Federal University of Paraíba.

ABSTRACT

Corn is one of the most cultivated crops of the semiarid region in Brazil, however, its production is still poorly technified, which makes it extremely dependent on environmental factors. In this sense, the present study aimed to analyze the evolution of corn production in the municipality of Barra de Santa Rosa, Paraíba, between 2002 and 2016, associating the results obtained with local rainfall. In order to analyze the influence of precipitation on the variables of corn crop production, as well as the relationship between these variables, a correlation matrix was used. Similarity analysis was also performed between the variables obtained for the years evaluated and a descriptive analysis of principal components. The results showed a positive correlation of rainfall over all variables analyzed, especially for the planted area and harvested area. Even in years with normal rainfall or above the climatological average, total maize production was low. Principal component analysis recorded 84.67% explanation of the original variance in the first two axes and showed the strong association between planted area, harvested area and yield. The hierarchical cluster analysis generated the formation of four main groups, which were mainly associated with the productive results of corn crop. Rainfall was an extremely important factor in the dynamics of corn production in the municipality of Barra de Santa Rosa, mainly influencing the planted and harvested area.

Key words: Family farming; climate changes; *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido do Brasil (SAB) abrange 1.262 municípios nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, é nessa região que se concentra a maior população rural do Brasil (MARINHO et al., 2019). No SAB a água é um fator limitante para o abastecimento humano e dessedentação animal, assim como para as atividades de produção agropecuária, atividades estas que são pautadas em sistemas de exploração arcaicos e pouco tecnificados, tornando a agricultura local uma atividade de risco e altamente susceptível a eventos de estiagem (BRITO et al., 2012).

Durante o período de 1991 a 2012, os registros oficiais apontaram 19.517 ocorrências de eventos de seca no Brasil, que em sua grande parte se concentraram no Nordeste do país. No SAB, a seca que teve início em 2011, intensificou-se em 2012 e continuou até 2017, sendo considerada a mais severa das últimas décadas, gerando impactos na maioria dos municípios dessa região e afetando diretamente quase 9 milhões de pessoas (BRITO et al., 2017). Esses eventos, em média, são os riscos naturais mais caros do Brasil, principalmente por seus reflexos na produção agrícola e animal, apenas a seca de 2012/2013, por exemplo, resultou em perdas econômicas de US \$ 1,6 bilhão para as 10 culturas mais importantes do país (feijão, arroz, milho, algodão, banana, cana-de-açúcar, mandioca, soja e café), US \$ 1,5 bilhão devido à mortalidade do gado e custos superiores a US \$ 1,5 bilhão em sinistros de seguros (CUNHA et al., 2015).

Além dos efeitos diretos, em períodos de extrema seca, a segurança alimentar das comunidades rurais do Semiárido torna-se ainda mais vulnerável, principalmente devido à redução de renda e aumento de preços dos produtos agrícolas. A inflação dos preços dos alimentos, associada à perda de receita devido à queda na colheita e perda de produtividade, resulta em diversos problemas de ordem social, como a fome e êxodo rural (ALVALA et al., 2017).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes para o Semiárido do Brasil, fazendo parte da alimentação básica da população local e sendo um dos principais constituintes para a alimentação animal, no entanto, embora essa cultura seja

tolerante a uma ampla faixa de temperaturas, é sensível ao estresse hídrico do solo (MARTINS et al., 2018). Em geral, para o milho atingir o seu rendimento máximo, requer valores de precipitação pluviométrica entre 500 a 800 mm, sendo necessário que essa chuva seja bem distribuída dentro de suas fases fenológicas; eventos de estiagem prolongadas são especialmente nocivos a essa cultura durante os períodos de floração e de formação dos grãos (ROSSATO et al., 2017).

Estudos como o de Dias e Silva (2015), evidenciam a vulnerabilidade da produção de milho no Semiárido à ocorrência de precipitações pluviométricas satisfatórias, mostrando que essa variável é determinante para o dimensionamento da área plantada e nos índices produtivos. Nesse sentido, tomando como base a importância da cultura do milho para o SAB, o estudo dos impactos dos eventos de seca sobre essa cultura são necessários para a delimitação de estratégias de produção mais eficientes e adaptadas as condições locais, como por exemplo, através da seleção de variedades mais tolerantes ao déficit hídrico e da escolha das melhores técnicas a serem adotadas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a evolução da produção de milho (*Zea mays* L.) durante o período de quinze anos no município de Barra de Santa Rosa, Paraíba, associando-se os resultados obtidos com os padrões anuais de precipitação pluviométrica local.

2.2. Objetivos Específicos

- Verificar a dinâmica de produção de milho no município de Barra de Santa Rosa, Paraíba;
- Determinar a influência dos padrões de precipitação pluviométrica sobre a área de produção de milho e seus índices produtivos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Secas e Agricultura no Semiárido do Brasil

Eventos relacionados à seca são bastante comuns na região Semiárida do Brasil (SAB), onde se concentram mais de 50% dos registros de seca no país, essa região é caracterizada por apresentar uma precipitação irregular com a escassez de chuvas durante um certo período do ano. Além de sua dinâmica climática e das suas características da área, o fenômeno do clima global relacionado à Oscilação Sul do El Niño (ENSO) também tem se apresentado influenciando fortemente na frequência e intensidade de eventos de estiagem prolongada (AZEVEDO et al., 2018).

Segundo o levantamento dos desastres naturais brasileiros publicado no “Atlas Brasileiro de Desastres Naturais”, estiagens e secas são os tipos de desastres que mais ocorrem no país, eles são responsáveis por 54% do total de desastres registrados, sendo a região Nordeste a mais afetada (CEPED/UFSC, 2013). Segundo Maffra e Mazzola (2007), no Brasil os desastres naturais tendem a estar mais relacionados aos fenômenos climáticos, potencializados pela ação antrópica.

As regiões semiáridas correspondem a 30% da área terrestre do planeta, e essas estão distribuídas na América, Oceania, Ásia e África. Na América do Sul, essas regiões estão situadas em países como Venezuela, Colômbia, Argentina, Chile, Equador e Brasil (ROSSATO et al., 2017). No Brasil, essa região abrange 1.262 municípios, os quais são distribuídos nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (SUDENE, 2017).

A região do Semiárido brasileiro é composta por condições adversas do ambiente para o manejo de animais ruminantes em diversas épocas do ano. Devido à ausência de pastagens naturais de boa qualidade nutricional de modo que venha a suprir a necessidade alimentar dos animais. Estas dificuldades devem-se aos padrões irregulares de distribuição de chuvas que apresentam baixos índices pluviométricos ao longo do ano. Além destes fatores a maioria dos solos dessa região apresenta baixa capacidade de retenção de água devido às características físicas (ALMEIDA et al., 2012).

A região nordeste do Brasil é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios, isso se explica em razão da variabilidade temporal das precipitações e das características geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e consequentemente baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente (CIRILO, 2008). A baixa efetividade da chuva associada com uma reduzida capacidade de armazenamento de água no solo coincide com os meses mais secos e de temperaturas elevadas. Estas condições determinam a quantidade e o tipo de vegetação que tem condições de viver nesta zona ambiental (MELO FILHO & SOUZA, 2006).

3.2. Milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta de ciclo anual, pertencente à família gramineae, apresenta baixo ponto de compensação de CO₂, alta taxa fotossintética e baixo consumo de água para a formação de matéria fresca (AZEVEDO NETO; TABOSA, 2000). O milho é o principal cereal produzido no Brasil, cultivado em cerca de 13 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 42 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 3,2 toneladas por hectare (CONAB, 2005).

No Brasil, o milho é cultivado em todas as regiões do país, abrangendo uma vasta área de aproximadamente 13 milhões de hectares, obtendo um rendimento médio de 3.500kg ha⁻¹ (CONAB, 2008). No entanto, devido ao aumento da temperatura do ar na região Nordeste do Brasil, especificamente na região semiárida, muitas culturas que ainda são cultivadas no sistema de terras secas podem ter reduzido sua área cultivada ou até mesmo desaparecido e, portanto, aumentado a pobreza da população (SILVA et al., 2016).

Com uma elevada demanda por alimentos, pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de gerar novas tecnologias e opções de manejo visando aumentar as produções. A manutenção e a possível expansão da cultura do milho como atividade comercial passam necessariamente pela eficiência com que os produtores conduzem as suas lavouras. A aplicação de determinada tecnologia irá afetar diretamente nos custos de produção e consequentemente, determinará a produtividade da lavoura (ARAÚJO JUNIOR et al., 2015).

Considerado uma cultura de alta demanda hídrica, o milho é também uma das culturas mais eficientes no uso da água, isso se expressa pelo fato dela apresentar uma alta relação de produção de matéria seca por unidade de água absorvida (SILVA et al., 2012). Porém, poucos estudos ainda têm sido realizados sobre os efeitos que a agricultura de sequeiro exerce nas características agronômicas do milho, e essas pesquisas em regiões semiáridas são de grande importância, visto que essas estão relacionadas com o manejo do sistema de produção (BORGES et al., 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Barra de Santa Rosa (Figura 1) está localizado na microrregião do Curimataú Ocidental da Paraíba. Possui uma área de 825,01 km² e está localizado entre as coordenadas 6°43'12'' S e 36°3'39'' W, com uma altitude de aproximadamente 457 m e inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Curimataú (IBGE, 2018). Conforme a classificação de Köppen, o tipo climático da região é Bsh, semiárido quente, com chuvas de verão/outono, e precipitação média em torno de 400 mm anuais (FURTADO et al., 2011).

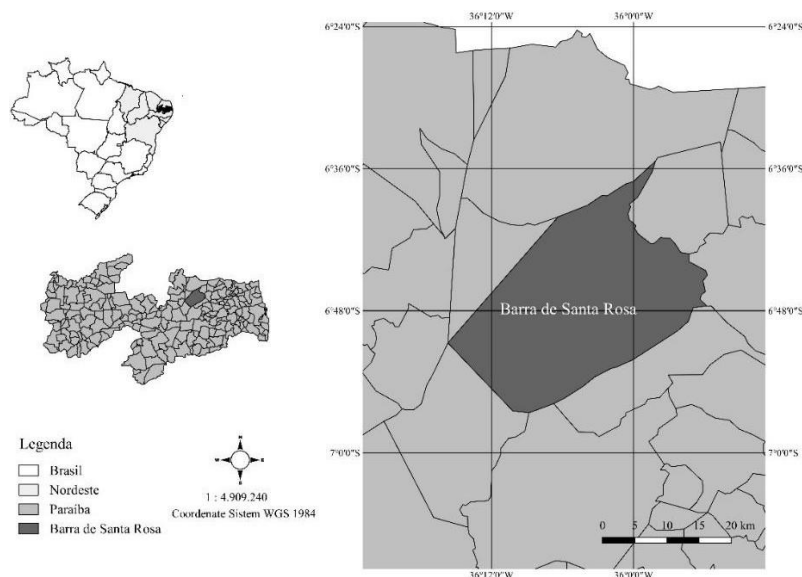


Figura 1. Localização do município de Barra de Santa Rosa, Paraíba.

As informações referentes ao cultivo de milho em Barra de Santa Rosa, no período de 2002 a 2016, foram obtidas através do banco de dados da Produção Agrícola

Municipal - Lavoura Temporária do IBGE, sendo para isso utilizado o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Os valores relativos à precipitação pluviométrica no período estudado, foram obtidos junto ao site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

Para analisar a influência da precipitação sobre as variáveis de produção da cultura do milho, assim como a relação entre essas variáveis, foi utilizada uma matriz de correlação. Foi também realizada análise de similaridade entre as variáveis obtidas para os anos avaliados e uma análise descritiva de componentes principais (ACP). O programa utilizado foi o R (The R project for Statistical Computing).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica no período em estudo variou de 824,9 mm em 2004 a 156,8 mm em 2012 (Tabela 1). Dos 15 anos em monitoramento, 10 deles (2003, 2005, 2006, 2007, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016) apresentaram acumulados anuais de chuvas inferiores à média climatológica local, que é de 364,9 mm (AESA, 2019). A ocorrência regular de chuvas é considerada a variável meteorológica mais importante para as atividades agrícolas, abastecimento de água e vida humana; dessa forma, a compreensão do comportamento espaço-temporal dessa variável é essencial para a identificação da ocorrência de fenômenos extremos, como as secas (SANTOS et al., 2019).

Tabela 1. Precipitação pluviométrica e variáveis de produção de milho no município de Barra de Santa Rosa – PB, durante o período de 2002 a 2016.

Ano	Precipitação (mm)	A. Plantada (ha)	A. Colhida (ha)	Produção (t)	Produt. (kg.ha⁻¹)
2002	416.4	1300	100	20	100
2003	346.1	1300	1300	390	200
2004	824.9	1500	1500	300	250
2005	349.4	1500	1500	600	600
2006	227	1500	1500	900	200
2007	351.2	1100	1100	880	400
2008	626.3	1500	1500	1200	300
2009	647.7	1500	1300	620	300
2010	321.7	800	400	96	100
2011	683.1	1300	1300	540	300
2012	156.8	300	100	10	50
2013	219.8	800	800	480	400
2014	173.5	900	900	360	200
2015	203.2	320	320	29	50
2016	207.3	750	750	113	220

De modo geral, o clima da região Semiárida é caracterizado por um curto período chuvoso e esse período está sujeito à elevada variabilidade interanual; assim, desde o período da colonização, regularmente secas severas são responsáveis por causarem prejuízos as atividades agropecuárias locais (PILZ et al., 2019), e influenciarem a dinâmica produtiva dessas áreas.

Registrou-se fortes oscilações na área plantada com milho no município de Barra de Santa Rosa, com máximos de 1500 hectares anuais e mínimos de 300 hectares (Tabela 1). A área colhida apresentou comportamento semelhante a área plantada, porém, quatro anos (2002, 2009, 2010 e 2012), apresentaram discrepâncias com essa primeira variável. No ano de 2012, por exemplo, além da forte redução na área plantada quando comparada ao ano anterior, a área colhida foi ainda menor, o que está fortemente relacionado aos baixos índices pluviométricos observados para esse ano em questão. Eventos de instabilidade climática, principalmente a ocorrência concentrada de chuvas em determinados períodos em detrimento de outros dentro do ciclo produtivo do milho, como por exemplo durante o plantio, levam ao plantio de áreas maiores, porém, devido ao déficit hídrico que a cultura é submetida posteriormente, as áreas colhidas

tendem a serem reduzidas, sendo as perdas econômicas ainda maiores em anos de secas recorrentes (SENA et al., 2019). Resultados semelhantes foram observados por Batista et al. (2018) para a produção de feijão no município de Itaporanga, Semiárido da Paraíba.

A produção municipal de milho foi relativamente pequena, como valores máximos de 1200 toneladas. Boa parte dos anos apresentou produção total abaixo de 500 toneladas, com destaque para o período de 2012 a 2016, em que a produção se manteve constantemente baixa.

Mesmo em períodos em que a precipitação pluviométrica foi superior à média climatológica anual, a produtividade do milho em Barra de Santa Rosa foi inferior à média nacional (5104 kg.ha^{-1}), do Nordeste (2593 kg.ha^{-1}) e do estado da Paraíba (600 kg.ha^{-1}) (IBGE, 2019). Resultados que atestam a baixa tecnificação empregada para essa cultura, o que a torna ainda mais susceptível a eventos de natureza climática, como por exemplo, estiagens prolongadas. Embora o milho seja tolerante a uma ampla faixa de temperaturas, é sensível a eventos de déficit hídrico do solo, fator que leva essa cultura a apresentar grandes oscilações interanuais em sua produção na região Semiárida do Brasil (MARTINS et al., 2018).

A matriz de correlação entre as variáveis de produção e precipitação (Figura 2), evidencia uma correlação positiva entre a precipitação e área plantada ($r = 0,68$), assim como com a área colhida ($r = 0,54$), demonstrando a necessidade de bons índices pluviométricos para que os agricultores locais ampliem suas áreas de produção e as plantas de milho possam ter seu pleno desenvolvimento e cheguem ao ponto de colheita. Todavia, a correlação entre precipitação e produção, e precipitação e produtividade é fraca, o que se deve ao modelo arcaico ainda empregado pelos agricultores locais, em que outros agentes, como por exemplo a falta de insumos, é responsável por baixos índices produtivos (BATISTA et al., 2018).

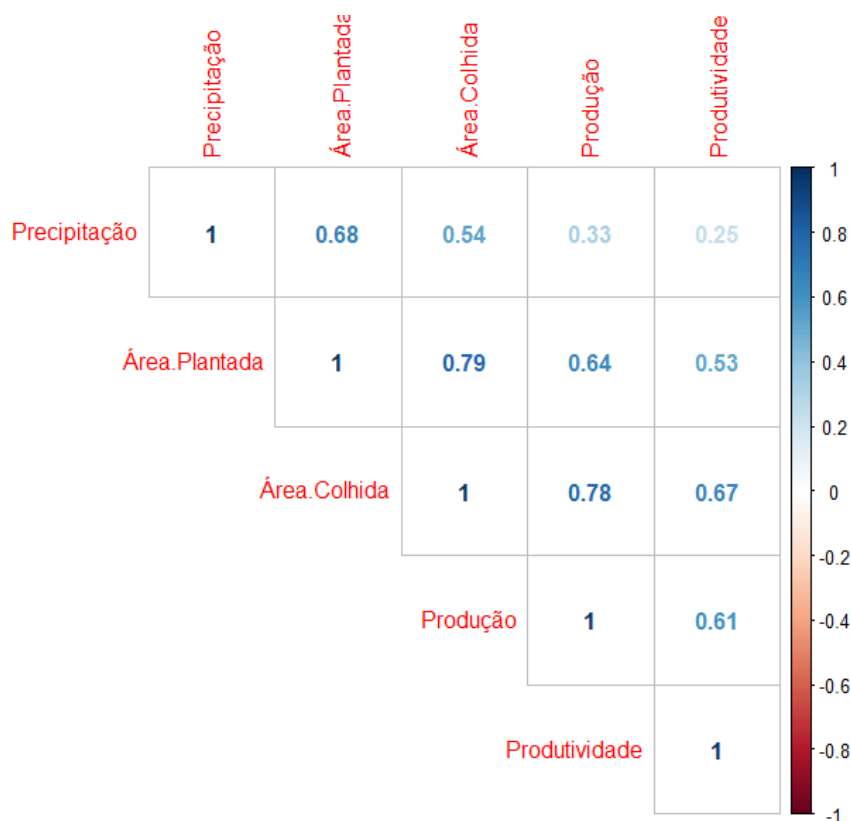


Figura 2. Matriz de Correlação entre as Variáveis Analisadas.

A área plantada apresentou uma forte correlação com a área colhida ($r = 0,79$), assim como a área colhida com a produção ($r = 0,78$), o que já era esperado, visto essas variáveis apresentarem um grau de dependência. Nas condições produtivas do Semiárido brasileiro, a ocorrência de perdas totais ou parciais da área plantada, refletindo assim na área colhida e na produção final, estão associadas a diversos eventos, merecendo destaque os eventos climatológicos e interferência de alta intensidade de pragas e doenças (DIAS; SILVA, 2015).

A análise de componentes principais (Figura 3) registrou 84,67% de explicação da variância original nos dois primeiros eixos. Para o eixo 1, que explicou 67,43% da variância, as variáveis com maior associação foram a área colhida ($r = -0,50$), área plantada ($r = -0,48$) e produção ($r = -0,45$), comportamento também observado por Farias et al. (2017) para a produção de milho em Boqueirão no estado da Paraíba. Nesse eixo, registrou-se o agrupamento dos anos de 2012 e 2015, cuja área colhida, plantada e produção foram as menores de todo o período amostral.

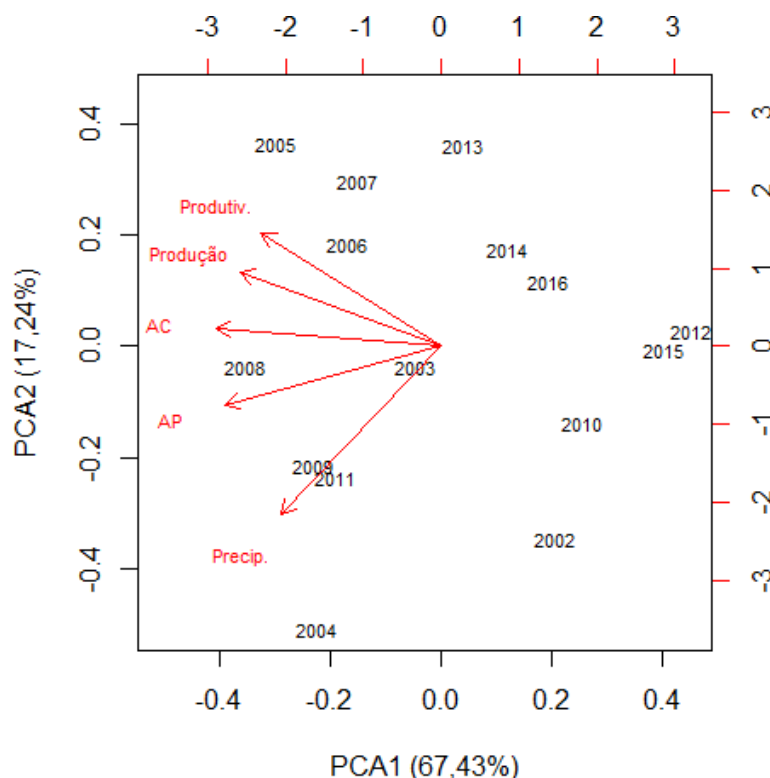
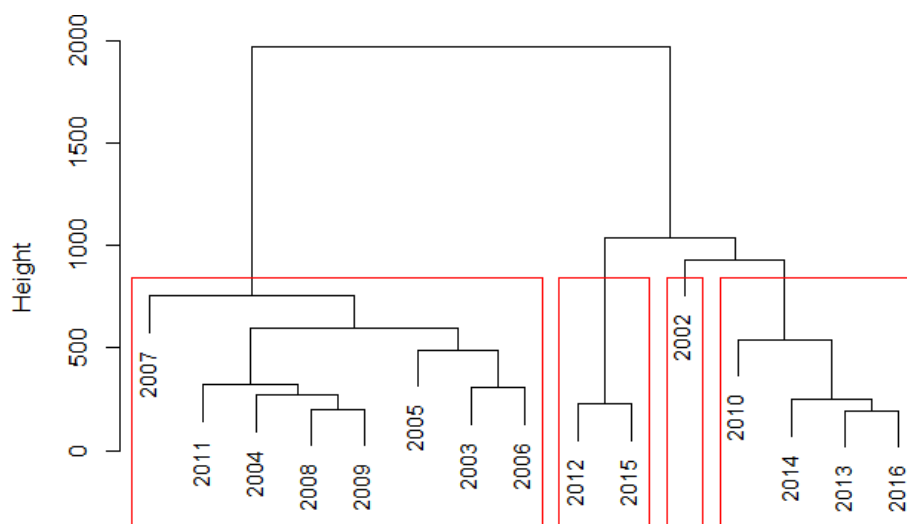


Figura 3. Análise de Componentes Principais (ACP). AC = Área Colhida; AP = Área Plantada; Precip. = Precipitação Pluviométrica; Produção = Quantidade Produzida; Produtiv. = Produtividade Média.

Para o eixo 2, com 17,24% de explicação, observa-se a influência negativa da precipitação ($r = -0,74$) sobre a produtividade ($r = 0,50$). Observou-se a formação de um agrupamento dos anos de 2005, 2007 e 2013, anos esses que apresentaram as maiores médias de produtividade, no entanto, apresentaram valores de precipitação pluviométrica inferiores a outros anos e a média climatológica local.

A análise de agrupamento hierárquico (Figura 4), considerando no dendograma um ponto de quebra na distância de 800, gerou a formação de quatro grupos principais, sendo estes associados principalmente aos resultados produtivos da cultura do milho. Merece destaque o grupo formado pelo ano de 2002, que embora tenha apresentado regime de chuvas dentro da média climatológica local, exibiu baixa produção total e baixa produtividade, tal resultado se explica pelo fato que essa chuva pode ter se

concentrado em um curto período de tempo durante o ciclo dessa cultura, o que pode levar a problemas no desenvolvimento vegetativo e produtivo dessas plantas (PEREIRA et al., 2014)



Matriz de similaridade

Figura 4. Análise de Agrupamento Hierárquico entre os anos monitorados quanto as variáveis analisadas.

A geração de grupos como o formado para os anos de 2012 e 2015, evidencia a elevada vulnerabilidade produtiva que a cultura do milho enfrenta na região Semiárida. Análises que buscam avaliar as perdas médias das culturas temporárias em municípios do Semiárido em função de eventos de estiagens prolongadas, apontam o milho como umas das lavouras mais vulneráveis, com 80,3% desses municípios com perdas nessa cultura em anos secos (LIMA et al., 2016).

6. CONCLUSÕES

A precipitação pluviométrica se mostrou como um fator extremamente importante na dinâmica de produção de milho no município de Barra de Santa Rosa, influenciando principalmente na área plantada e colhida. Estratégias de produção menos dependentes das condições climáticas precisam ser implantadas no município em questão visando reduzir a vulnerabilidade produtiva local dessa cultura.

REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em 12 de outubro de 2019.
- ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no Semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.
- ALVALA, R.; CUNHA, A. P.; BRITO, S. S.; SELUCHI, M. E.; MARENGO, J. A.; MORAES, O. L.; CARVALHO, M. A. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n.1, e20170209, 2017.
- ARAÚJO JUNIOR, B.; MELO, A. E.; MATIAS, J. N. R.; FONTES, M. A. Avaliação de variedades crioulas de milho para produção orgânica no Semiárido Potiguar. **Holos**, v. 3, p. 102-108, 2015.
- AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte I análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.159-164, 2000.
- AZEVEDO, S. C. D.; CARDIM, G. P.; PUGA, F.; SINGH, R. P.; SILVA, E. A. D. Analysis of the 2012-2016 drought in the northeast Brazil and its impacts on the Sobradinho water reservoir. **Remote sensing letters**, v. 9, n. 5, p. 438-446, 2018.

BATISTA, M. C.; SANTOS, J. P. O.; SILVA FILHO, J. A.; SOUSA, J. I.; FELIX, R. J. S.; SILVA, J. L. C. Influence of rainfall variability on bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) in a municipality of Brazilian semiarid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 1, p. 001-007, 2018.

BORGES, T. D. S.; MONTENEGRO, A. D. A.; SANTOS, T. D.; SILVA, D. D.; SILVA JÚNIOR, V. D. P. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) no Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1862-1873, 2014.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no Semiárido Pernambucano. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 1, p. 102-109, 2012.

BRITO, S. S. B.; CUNHA, A. P. M.; CUNNINGHAM, C. C.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; CARVALHO, M. A. Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. **International Journal of Climatology**, v. 38, n. 2, p. 517-529, 2018.

CEPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Volume Rio Grande do Norte. 103 p.

CIRILO, J.A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos avançados**, v.22, n.63, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Avaliação da safra agrícola 2004/2005: **sexto levantamento agosto de 2005**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica da área plantada por produtos 1990/91 a 2003/04**. <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

CUNHA, A. P. M.; ALVALÁ, R. C.; NOBRE, C. A.; CARVALHO, M. A. Monitoring vegetative drought dynamics in the Brazilian semiarid region. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 214, p. 494-505, 2015.

DIAS, R. S.; SILVA, D. F. Relação entre variabilidade pluviométrica, indicadores socioeconômicos e produção agrícola no Cariri/Centro Sul cearense. **Ambiência**, v.1, n.2, p. 345-358, 2015.

FARIAS, A. A.; SOUSA, F. A. S.; MORAES NETO, J. M.; ALVES, A. S. Secas e seus impactos no município de Boqueirão, PB, Brasil. **Ambiente & Água**, v.12, n.2, p.316-330, 2017.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, p. 555-572, 2011.

FURTADO, D. A.; CARVALHO JUNIOR, S. B.; LIMA, I. S. P.; COSTA, F. G. P.; SOUZA, J. G. Desempenho de frangos alimentados com feno de maniçoba no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 722-728, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Infográficos. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/barradesantarosa/panorama>. Acesso em 21 de setembro de 2019.

LIMA, P. V. P. S.; MENDES, C. M.; ROCHA, L. A.; OLIVEIRA, M. R. R. No Rastro da Vulnerabilidade às Secas: Uma Análise da Produção de Grãos no Semiárido Brasileiro. **REDM**, v. 19, n. 1, p.183-196, 2016.

MAFFRA, C. MAZZOLA, M. As razões dos desastres em território brasileiro. In:Santos, R. (org.), **Vulnerabilidade ambiental:desastres naturais ou fenômenos induzidos?** 1ª Edição, Brasília: MMA, 2007.

MARINHO, J. O.; CAMPOS, J. O.; LIMA, V. R. P. A importância das cisternas de placas na zona rural de Serra Redonda-PB: uma análise da comunidade Torre. **Revista Geotemas**, v. 9, n. 1, p. 7-27, 2019.

MARTINS, M. A.; TOMASELLA, J.; RODRIGUEZ, D. A.; ALVALÁ, R. C.; GIAROLLA, A.; GAROFOLO, L. L. et al. Improving drought management in the Brazilian semiarid through crop forecasting. **Agricultural Systems**, v. 160, p. 21-30, 2018.

MELO FILHO, J.F.; SOUZA, A.L.V. O manejo e a Conservação do solo no Semi-árido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Publicado Bahia Agrícola.**, v.7, n.3, nov. 2006

PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigências agroclimáticas para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, n. 1, p. 32-42, 2014.

PILZ, T.; DELGADO, J. M.; VOSS, S.; VORMOOR, K.; FRANCKE, T.; COSTA, A. C. et al. Seasonal drought prediction for semiarid northeast Brazil. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 23, p. 1951–197, 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R Foundation For Statistical Computing. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena, Áustria. 2006. ISBN: 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 12 de Out de 2019.

ROSSATO, L.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; ZERI, M.; CUNHA, A. P.; PIRES, L.; BARBOSA, H. A. Impact of soil moisture on crop yields over Brazilian semiarid. **Frontiers in Environmental Science**, v. 5, n. 73, p. 1-16, 2017.

SALAZAR, D.R.; STABILE, S.S.; GUIMARÃES, P.S.; PATERNIANI, M.E.A.G.; SANTOS, M.V.; SILVA, L.F.P. Valor nutritivo do colmo de híbridos de milho colhidos em três estádios de maturidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.758-766, 2010.

SANTOS, C. A. G.; MOURA, R.; SILVA, R. M.; COSTA, S. G. F. Cluster Analysis Applied to Spatiotemporal Variability of Monthly Precipitation over Paraíba State Using Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Data. **Remote Sensing**, v. 11, n. 6, e637, 2019.

SENA, J. P. O.; MORAES NETO, J. M.; LUCENA, D. B. Variabilidade da Precipitação em Sumé e São João do Cariri e suas Consequências na Agropecuária. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, p. 278-293, 2019.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal. 2018**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

SILVA, M.R.R.; VANZELA, L.S.; VAZQUEZ, G.H.; SANCHES, A.C. Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e produtividade de milho. **Irriga**, v. 1, n.1, p. 170-180, 2012.

SILVA, V. P. R.; CAMPOS, J. H. B. C.; SILVA, M. T. Riscos climáticos do milho no Nordeste do Brasil com base nos cenários de mudanças climáticas. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 6, 2016.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **RESOLUÇÃO N ° 115/2017**. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/arquivos/conselhodeliberativo/resolucoes/resolucao11523112017-delimitacaodosemiarido.pdf>. Acesso em 12 de outubro de 2019.